

Funktion des linken Ventrikels bei Mitralstenosen

Erwin Wiedemann

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Kardiologischen Abteilung (Leiter: Prof. Dr. med. W. Rudolph)
der II. Medizinischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. med. Buchhorn)
der Universität München

Funktion des linken Ventrikels bei Mitralstenosen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Höheren Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Erwin W i e d e m a n n
aus Sankt Mang /Kempten

München 1974

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. R u d o l p h
Mitberichterstatter: Prof. Dr. E. B u c h h o r n
Dekan: Prof. Dr. W. S p a n n

Tag der mündlichen Prüfung: 25.6.1974



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Material und Methodik	2
Patientengut	2
Methodik	3
Ergebnisse	10
Diskussion	24
Zusammenfassung	31
Literaturangaben	34
Lebenslauf	36

Herrn Professor Dr. Rudolph danke ich für die
Überlassung des Themas und die freundliche und
anregende Unterstützung bei der Durchführung
der Arbeit.

Meinem verehrten Chef

Herrn Dr. Erwin Hofer

Funktion des linken Ventrikels bei Mitralstenose

Durch Einführung der Angiokardiographie ist es möglich geworden, die einzelnen Herzhöhlen darzustellen und Systole und Diastole des Herzens mit Hilfe der Seriengroßbildaufnahme kinematographisch festzuhalten. Robb und Steinberg haben als erste vorgeschlagen, die Angiokardiographie für die quantitative Bestimmung des linken Herzkammervolumens anzuwenden. Arvidsson setzte in seiner Methode zur quantitativen Volumenbestimmung den linken Ventrikel einem regelmäßigen Ellipsoid gleich und bestimmte aus dessen Achsen das Volumen. Inzwischen ist diese Methode häufig modifiziert worden: So entstanden die Flächen-Längen-Methode, die Drei-Achsen-Methode und die Segment-Methode. Damit läßt sich aus endsystolischem und enddiastolischem Volumen die Auswurffraktion bestimmen, mit deren Hilfe eine Aussage über die Funktion des linken Ventrikels gemacht werden kann. Es lag nahe, diese Methoden auch bei Herzen mit Klappenfehlern anzuwenden und deren Linksventrikelfunktion zu prüfen. Diese soll nach neueren Untersuchungen bei Mitralstenosen gestört sein. Wir gingen dieser Problematik nach und versuchten bei Herzgesunden und bei Patienten mit Mitralstenose ohne Insuffizienzkomponente mit Hilfe verschiedener Untersuchungsmethoden Auswurffraktion, enddiastolischen Volumenindex, endsystolischen Volumenindex und den lokalen Kontraktionsablauf zu bestimmen, um zu sehen, ob sich Unterschiede ergeben, und wenn ja, wodurch die

Funktion des linken Ventrikels bei Mitralstenosen
gestört sein kann.

Material und Methodik:

Patientengut:

Zur Auswertung diente eine Gruppe von zwölf Patienten mit Mitralstenosen ohne Insuffizienz. Das Alter der Patienten schwankte zwischen 37 und 55 Jahren, im Mittel betrug es 46,9 Jahre. Elf davon waren weiblichen, einer männlichen Geschlechts. Die kleinste Körperoberfläche betrug $1,45 \text{ m}^2$, die größte $1,8 \text{ m}^2$, durchschnittlich $1,64 \text{ m}^2$, die Mitralöffnungsfläche schwankte zwischen $0,63 \text{ cm}^2$ und $1,63 \text{ cm}^2$, also Schweregrad III-IV. Der Durchschnittswert lag bei $1,17 \text{ cm}^2$. Der Schweregrad wurde eingeteilt nach der Mitralöffnungsfläche:

Grad	I von	4	-	$2,5 \text{ cm}^2$	
Grad	II von	2,49	-	$1,8 \text{ cm}^2$	
Grad	III von	1,79	-	$1,2 \text{ cm}^2$	(vier Patienten)
Grad	IV von	1,19	cm^2	u.geringer	(acht Patienten)

Der Mitralklappenindex ergab Werte zwischen $0,39 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ und $1,1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, durchschnittlich fand sich ein Wert von $0,71 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Er errechnete sich aus der Mitralöffnungsfläche bezogen auf die Körperoberfläche. (siehe Abb.3)

Röntgenologisch wurde bei allen Patienten ein vergrößerter linker Vorhof, bei einer Patientin zusätzlich ein vergrößerter rechter Ventrikel festgestellt. Verkalkungen im Bereich der Mitralklappe fanden sich bei keinem der Patienten.

Elektrokardiographisch zeigten neun Patienten einen

Sinusrhythmus, die Frequenz schwankte zwischen 58 und 100/Schlägen/min.. Bei drei Patienten bestand Vorhofflimmern bei absoluter Arrhythmie und einer Frequenz zwischen 100 und 105/Schlägen/Min.

Als Vergleich diente eine Gruppe von zwölf Patienten mit normalen Herzen, die aus differentialdiagnostischen Gründen einer speziellen cardiologischen Diagnostik unterzogen wurden. Elf von ihnen waren männlichen, eine weiblichen Geschlechts. Das Alter variierte zwischen 23 und 65 Jahren und betrug im Durchschnitt 46 Jahre, die Körperoberfläche schwankte zwischen 1,65 und 2,9 m² und betrug durchschnittlich 2,19 m².

Röntgenologisch waren die Herzen unauffällig. Das EKG zeigte bei elf Patienten einen Sinusrhythmus mit einer Frequenz zwischen 61 und 90/Schlägen/Min., bei einem bestand Vorhofflimmern mit absoluter Arrhythmie.

Zur Bestimmung der Ventrikelwandbewegung dienten uns die Angiogramme der zwölf Mitralstenosepatienten und vergleichsweise dazu elf Angiogramme von Patienten mit normalen Herzen.

Methodik:

Die Druckmessung erfolgte synchron im linken Vorhof und linken Ventrikel nach transseptaler Vorhofspunktion mit einem Brockebroughkatheter und retrograder Ventrikelsondierung mit einem Gencinikatheter. Der Druck wurde über einen Statham Druckwandler bestimmt, die Frequenz aus dem mitregistrierten EKG. Die Sauerstoffaufnahme erfolgte mit einem "Kipp und Zonen-Gerät", die Sauerstoffbestimmung nach der Methode von van Slyke und Neill aus

Blutproben, die gleichzeitig aus der arteria pulmonalis und der arteria femoralis entnommen wurden. Daraus errechnete sich das Herzminutenvolumen nach der Fick'schen Formel

$$HMV = \frac{S \cdot 100}{D}$$

wobei S der innerhalb 1 Minute vom Organismus verbrauchten Sauerstoffmenge und D der Differenz zwischen dem Sauerstoffwert des arteriellen und venösen Blutes entspricht.

Die Angiographie wurde mit einer Kamera (Ari-Kamera mit 50 Bildern/sec) nach Injektion von 36 ml Kontrastmittel (Urografin) innerhalb von zwei Sekunden in den linken Vorhof, durchgeführt. Der Patient war dabei im ersten schrägen Durchmesser (RAO 30°) gelagert.

Der im Verlauf des Kineangiogramms mit Kontrastmittel dargestellte linke Ventrikel wurde mit Hilfe des Tagarnoprojektors auf ein Blatt Papier projiziert.

Die größte enddiastolische Phase und die darauffolgende endsystolische Phase wurden zeichnerisch festgehalten und deren Fläche (F) mit Hilfe des Planimeters bestimmt.

Als Längendiameter (L) wurde die Verbindung zwischen der Aortenwurzel angrenzend der lateralen Ventrikelwand und der Ventrikelspitze gewählt. Der obere Punkt der Aortenwurzel wurde deshalb gewählt, weil uns dies bei allen Angiogrammen der am exaktesten zu bestimmen-
de Punkt an der Basis erschien und in seiner Abmessung nur unwesentlich von dem Längendiameter, ausgehend von der Mitte der Aortenwurzel, abwich.

Mitralstenosen

HK	Alter	Geschl.	Rhythm.	Frequenz	Körper- oberfl.	Herzindex	avDO ₂	Mittl. art.Druck
					m ²	l/Min/m ²	Vol%	mm Hg
	56/71	♂	w	S	58	1,74	3,14	3,7
	135/71	52	w	S	74	1,46	2,8	3,5
	141/71	37	w	S	74	1,76	2,2	3,3
	160/71	55	w	S	76	1,8	4,4	3,6
	62/72	46	w	S	95	1,62	1,9	6,1
	93/72	46	m	S	100	1,7	2,8	5
	147/72	50	w	S	60	1,76	2,3	4,2
	160/72	51	w	S	67	1,62	3,4	3,2
	199/72	50	w	Vfl	100	1,63	1,8	5,1
	218/72	46	w	Vfl	105	1,45	1,8	4,4
	255/72	43	w	Vfl	100	1,6	1,9	5,4
	147/73	50	w	S	68	1,59	2,8	3,9
Durchschnitt						1,64	2,6	4,3
								86,7

Erklärung : w= weiblich

m= männlich

S= Sinusrhythmus

Vfl= Vorhofflimmern

Normale Herzen

HK	Alter	Geschl.	Rhythm.	Frequenz	Körper- oberfl.	Herzindex avDO ₂	Mittl. art.Druck
					m ²	l/min/m ²	Vol% mm Hg
9/72	34	m	S	64	1,68	2,8	4,3
10/72	52	m	S	62	2,4	2,7	4,3
29/72	59	m	S	72	2,19	2,9	3,6
57/72	45	w	S	68	1,78	2,13	6,5
149/72	65	m	Vfl	90	1,85	1,5	5,1
55/73	50	m	S	61	1,72	3,2	3,9
57/73	56	m	S	70	1,8	2,4	4,6
74/73	23	m	S	64	1,95	2,5	3,6
99/73	35	m	S	76	2,18	3,4	4,1
170/73	49	m	S	66	1,8	2,6	4,8
174/73	50	m	S	90	1,65	3,7	4
218/73	34	m	S	68	1,76	2,3	5,1
Durchschnitt					1,89	3,1	4,5
							97,7

1
9
1

Tabelle 2

Errechnet wurden

der mittlere arterielle Druck (MAP) nach der Formel

$$\text{MAP} = \frac{P_{\text{Ao syst.}} + 2 P_{\text{Ao diast.}}}{3} \text{ mm Hg}$$

wobei $P_{\text{Ao syst.}}$ der systolische Aortendruck und

$P_{\text{Ao diast.}}$ der diastolische Aortendruck bedeutete,

die Mitralöffnungsfläche (MÖF) nach

$$\text{MÖF} = \frac{\text{HMV (Fick)}}{\text{diastol. Dauer} \times \text{HF} : 31 \sqrt{\text{LA}_{\text{EDP}} - \text{LV}_{\text{EDP}}}}$$

HF bedeutete die Herzfrequenz

LA_{EDP} = enddiastolischer Druck im linken Vorhof,

LV_{EDP} = enddiastolischer Druck in der linken Kammer,

der Mitralklappenindex (MKJ) nach

$$\text{MKJ} = \frac{\text{MÖF}}{\text{KOF}} \quad (\text{cm}^2/\text{m}^2)$$

KOF bedeutete die Körperoberfläche,

sowie der Herzindex (HJ) nach

$$\text{HJ} = \frac{\text{HMV}}{\text{KOF}} \quad (\text{l/min/m}^2).$$

Der enddiastolische Volumenindex und der endsystolische

Volumenindex errechnete sich nach der Flächen-Längen-

Methode (FLM) (Kennedy)

$$V = \frac{8 \times F^2}{3 \times \pi \times L} : \text{KOF} \quad V = \frac{0,848 \times F^2}{L} : \text{KOF}$$

nach der Drei-Achsen-Methode (3 AM) (Dodge)

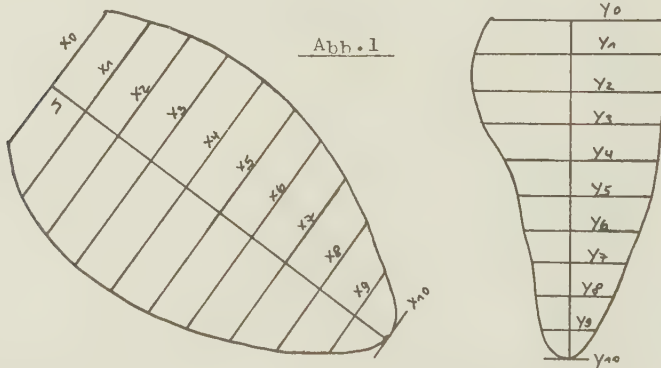
$$V = \frac{8 \times F^2 \times 0,85}{3 \times \pi \times L} : \text{KOF} \quad V = \frac{0,722 \times F^2}{L} : \text{KOF}$$

Nach der Segment- Methode a (SMA) Simpson's Rule)

$$V = \frac{\pi \times h}{3} \times \left[\frac{1}{4} (x_0 y_0 + x_{10} y_{10}) + (x_1 y_1 + x_3 y_3 + \dots + x_9 y_9) + \frac{1}{2} (x_2 y_2 + x_4 y_4 + \dots + x_8 y_8) \right] : KOF$$

h entsprach dabei dem Längendiameter L.

Der Ventrikel wurde dabei in 10 Segmente mit jeweils gleicher Höhe aufgeteilt und durch die einzelnen Teilungspunkte Parallelen zur Verbindungslinie der Aortenwurzel gezogen ($x_0 - x_{10}$) und damit als zweite Achse festgelegt. In Anlehnung an Gribbe wurde die dritte Achse ($y_0 - y_{10}$) mit 85% der zweiten angenommen (siehe Abb. 1)



Die Drei-Achsen-Methode lassen wir in der Folgezeit unberücksichtigt, da ihre Ergebnisse in etwa denen der Flächen- Längen- Methode entsprachen.

Für den Vergrößerungsfaktor f, durch den die Ventrikelvolumina dividiert werden, errechnete sich eine durchschnittliche Größe von 10. Er wurde folgendermaßen bestimmt: Ein Gitter mit einer Kästchengröße von 1 cm^2 in Ventrikelebene gefilmt, wurde auf das

Angioventrikelvolumen projiziert. Die Ventrikel-
ebene wurde mit einer Meßvorrichtung aus dem Röntgen-
bild in RAO 30° bestimmt.

Mit diesen errechneten Größen ließen sich schließlich
bestimmen

die Auswurffraktion (EF)

$$EF = \frac{EDV - ESV}{EDV} \times 100 = \%$$

der Schlagvolumenindex (SVJ)

$$SVJ = \frac{EDV - ESV}{KOF} \quad (\text{ml/Schlg/m}^2)$$

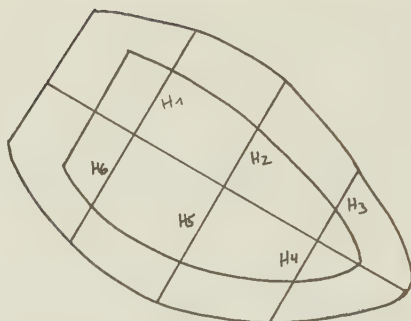
und der Schlagarbeitsindex (SWJ)

$$SWJ = SVJ \times (MAP - LV_{EDP}) \times 0,0136 \quad (\text{mkp/min/m}^2)$$

Die Bewegung der Ventrikelwand wurde nach der Methode ,
die Edward und Dwyer 1970, Curry, Elliott und Ramsey
im Mai 1972 veröffentlichten, bestimmt:

Die Längsachse, die von der Mitte der Aortenwurzel
zur Herzspitze zieht, wurde in vier gleiche Teile
geteilt und auf den Teilungspunkten wurden Senkrechte
zur Längsachse errichtet, Diese Senkrechten, drei
an der Zahl, wurden durch die Längsachse in je zwei
Teile geteilt und bildeten so drei Halbachsen zur
Vorderwand (H_1, H_2, H_3) und drei Halbachsen zur
Hinterwand (H_4, H_5, H_6) des linken Ventrikels
(siehe Abb. 2).

Abb. 2



Die Streckenverkürzung errechnete sich nach der Formel

$$\frac{H \text{ diastolisch} - H \text{ systolisch}}{H \text{ diastolisch}} \times 100 = \% \text{ der Streckenverkürzung}$$

Die longitudinale Faserverkürzung (L_{fs})

wurde bestimmt nach der Formel

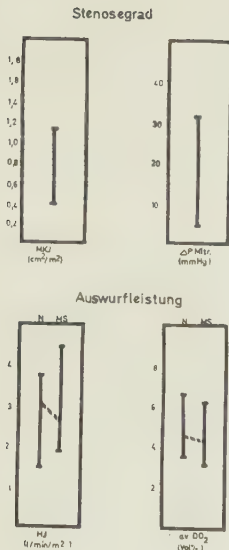
$$L_{fs} = \frac{L \text{ diastolisch} - L \text{ systolisch}}{L \text{ diastolisch}} \times 100 = \%$$

die axiale Faserverkürzung nach der Formel

$$A_{fs} = \frac{\text{Summe der diastolischen Achsen } (x_o - x_{1o}) - \text{Summe der systol. Achsen } (x_o - x_{1o})}{\text{Summe der diastol. Achsen } (x_o - x_{1o})} \times 100 = \%$$

Ergebnisse:

Die arterio-venöse Sauerstoffdifferenz bewegte sich bei Mitralstenosen zwischen 3,2 l/min und 6,1 l/min bei einem Mittelwert von 4,3 l/min. Normalherzen wiesen eine durchschnittliche Sauerstoffdifferenz von 4,5 l/min auf mit einer Schwankungsbreite zwischen 3,6 l/min und 6,5 l/min. (siehe Tabelle 1 und 2 u. Abb. 3)



MKJ = Mitralklappenindex (cm^2/m^2) = Mitralklappenöffnungsfläche bezogen auf die Körperoberfläche

$P_{\text{mitr.}}$ = mittlerer Mitralklappendruckgradient (mmHg) (bestimmt durch Messung des Druckes im linken Vorhof und linken Ventrikel)

HJ = Herzindex (l/min/m^2) = Herzminutenvolumen bezogen auf die Körperoberfläche. Vergleich zwischen Normalherzen (N) und den Mitralklappenstenosen (MS)

$avDO_2$ = arterio-venöse Sauerstoffdifferenz (Vol.%) . Vergleich zwischen Sauerstoffgehalt des Blutes in a. pulmonalis und a. femoralis bei Normalherzen (N) und Mitralklappenstenosen (MS)

Abb. 3

Der mittlere Mitralklappendruckgradient ($P_{\text{mitr.}}$) lag durchschnittlich bei 15,3 mm Hg, schwankend zwischen 5 mm Hg und 31 mm Hg (siehe Abb. 3)

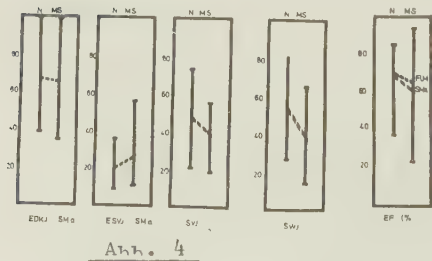
Der mittlere Pulmonalarteriendruck bei Mitralklappenstenosen wurde mit Werten zwischen 11 mm Hg und 40 mm Hg gemessen, Mittelwert 28,5 mm Hg.

Der Herzindex schwankte zwischen 1,8 l/min/m^2 und 4,4 l/min/m^2 bei Mitralklappenstenosen, der Durchschnitt errechnete sich mit 2,6 l/min/m^2 . Bei Normalherzen lag er zwischen 1,5 l/min/m^2 und 3,7 l/min/m^2 und betrug im Durchschnitt 3,1 l/min/m^2 . (siehe Tab. 1 und 2 und Abb. 3)

Als Durchschnittswert des mittleren arteriellen Druckes bei Mitralstenosen errechnete sich die Größe von 86,7 mm Hg, wobei der niedrigste Wert 48 mm Hg und der höchste 106 mm Hg betrug. Bei Normalherzen bewegte er sich von 70 mm Hg bis 145 mm Hg bei einem Durchschnittswert von 97,7 mm Hg (siehe Tabelle 1 und 2).

Der enddiastolische Volumenindex lag bei Mitralstenosen nach der Flächen-Längen-Methode durchschnittlich bei $58,5 \text{ ml/m}^2$ mit einer Schwankungsbreite von $30,6 \text{ ml/m}^2$, bei Normalherzen durchschnittlich bei $85,4 \text{ ml/m}^2$ mit einer Schwankungsbreite von $42,9 \text{ ml/m}^2$ bis 145 ml/m^2 . Nach der Segmentmethode a betrug der enddiastolische Volumenindex bei Mitralstenosen im Durchschnitt $65,2 \text{ ml/m}^2$, wobei er zwischen $35,6$ und $82,9 \text{ ml/m}^2$ schwankte. Normalherzen wiesen dabei einen Durchschnittswert von $66,9 \text{ ml/m}^2$ auf, die einzelnen Werte erstreckten sich von $39,8 \text{ ml/m}^2$ bis $107,7 \text{ ml/m}^2$. Daraus folgt eine Erniedrigung, welche sich leicht bei 25%, ausgeprägt bei 25% der Mitralstenosepatienten zeigt (siehe Tabelle 3 - 6 und Abb.4)

Vergleich der Volumenparameter zwischen Mitralstenosen (MS) und Normalherzen (N).



EDVJ = enddiastolischer Volumenindex (ml/m^2) = enddiastolisches Volumen bezogen auf die Körperoberfläche.

ESVJ = endsystolischer Volumenindex (ml/m^2) = endsystolisches Volumen bezogen auf die Körperoberfläche.

SVJ = Schlagvolumenindex (ml/Schlag/m^2) = Differenz aus enddiastolischem und endsystolischem Volumen, bezogen auf die Körperoberfläche

SWJ = Schlagarbeitsindex (mkp/Schlag/m^2) = die vom Herzen während der Kontraktion geleistete Arbeit bezogen auf die Körperoberfläche.

EF = Auswurf fraktion (%) = die aus dem enddiastolischen Volumen bezogene prozentuelle Auswurfmenge.

Der endsystolische Volumenindex ergab nach der Flächen-Längen-Methode bei Mitralstenosen einen Durchschnittswert von $20,2 \text{ ml/m}^2$, schwankend zwischen $3,4 \text{ ml/m}^2$ und $54,5 \text{ ml/m}^2$. Bei Normalherzen durchschnittlich $24,2 \text{ ml/m}^2$, wobei die Werte zwischen $17,33 \text{ ml/m}^2$ und 42 ml/m^2 schwankten. Bei Mitralstenosen errechnete sich der endsystolische Volumenindex nach der Segmentmethode a durchschnittlich mit $25,6 \text{ ml/m}^2$ bei Werten zwischen $11,4 \text{ ml/m}^2$ und $54,4 \text{ ml/m}^2$, bei Normalherzen durchschnittlich mit $19,5 \text{ ml/m}^2$, bei Werten zwischen $9,7 \text{ ml/m}^2$ und $34,9 \text{ ml/m}^2$. Es zeigt sich hierbei eine Erhöhung, welche deutlich bei 17%, leicht bei ebenfalls 17% der Mitralstenosen gefunden wurde (siehe Tabelle 3-6 und Abb. 4).

Der Schlagvolumenindex bei Mitralstenosen errechnete sich nach der Flächen -Längen-Methode mit durchschnittlich $38,3 \text{ ml/Schl/m}^2$; er schwankte zwischen 17 ml/Schl/m^2 und $62,7 \text{ ml/Schl/m}^2$. Der Durchschnittswert bei Normalherzen betrug $61,7 \text{ ml/Schl/m}^2$, schwankte zwischen $20,1 \text{ ml/Schl/m}^2$ und 108 ml/Schl/m^2 . Nach der Segmentmethode a ergab sich bei Mitralstenosen ein durchschnittlicher Wert von $39,6 \text{ ml/Schl/m}^2$. Die Schwankungsbreite erstreckte sich von $22,9 \text{ ml/Schl/m}^2$ bis $54,1 \text{ ml/Schl/m}^2$. Bei normalen Herzen fand sich ein Durchschnittswert von $47,4 \text{ ml/Schl/m}^2$, der niedrigste Wert betrug 21 ml/Schl/m^2 , der höchste $72,4 \text{ ml/Schl/m}^2$. Bei 25 % der Mitralstenosen war hier der Wert deutlich und ebenfalls bei 25 % mäßig erniedrigt (siehe Tabelle 3 - 6 und Abb.4).

Mitralstenosen nach der FLM

HK	EDVJ	ESVJ	SVJ	EF	SVJ
	ml/m ²	ml/m ²	ml/schlag m ²	%	mkp/schlag/ m
56/71	67,4	42,5	24,8	36,8	23,9
135/71	50,8	3,4	47,4	93,3	47,4
141/71	56,8	9,2	47,6	83,8	27,3
160/71	72,9	20,9	52	71,2	50,6
62/72	51,9	18,1	33,8	65	41,5
93/72	33,6	14	19,6	58,3	19,8
147/72	71,6	54,5	17	23,8	16,6
160/72	60	7,5	52,5	71,2	65,7
199/72	30,6	11,7	18,9	61,9	23,1
218/72	104,4	44	60,4	57,8	82,9
255/72	31,5	8,9	22,6	71,6	26,2
147/73	70,9	8,2	62,7	88,4	17,1

Durchschnitt

58,5 20,2 38,3 65,3 36,8

HK = Herzkatheternummer
 EDVJ = enddiastolischer Volumenindex
 ESVJ = endsystolischer Volumenindex
 SVJ = Schlagvolumenindex
 EF = Auswurfraction
 SWJ = Schlagarheitsindex

Tabelle 3

Mitralstenosen nach der SMA

HK	EDVJ ml/m ²	ESVJ ml/m ²	SVJ ml/2schlag/ m	EF %	SWJ mkp/schlag m
56/71	53	22	31	58,5	29,9
135/71	69,5	16,8	52,6	75,7	52,6
141/71	56,3	17,2	39,1	69,5	22,7
160/71	61,5	12,7	48,8	79,3	47,5
62/72	73,2	37,2	36,	49,2	44,2
93/72	35,6	16,5	19,1	53,8	20,1
147/72	65,6	11,4	54,1	82,5	52,7
160/72	66,2	18,3	47,9	72,4	59,9
199/72	79,3	54,4	24,9	31,4	30,5
218/72	86,4	39,7	46,6	54	64
255/72	37,2	14,3	22,9	61,5	26,5
147/73	98,8	46,3	52,3	53,2	14,3
Durchschnitt					
	65,2	25,6	39,6	61,7	38,7

HK = Herzkatheternummer
 EDVJ = enddiastolischer Volumenindex
 ESVJ = endsystolischer Volumenindex
 SVJ = Schlagvolumenindex
 EF = Auswurfraction
 SWJ = Schlagarbeitsindex

Normale Herzen nach der FLM

HK	EDVJ	ESVJ	SVJ	EF	SWJ
	ml/m ²	ml/m ²	ml/Schlag m ²	%	mkp/Schlag/ m ²
9/72	44,4	17,3	27	60,9	21,7
10/72	92,0	23,9	68,9	74,3	79,6
29/72	42,9	13,3	35,9	73	46,4
57/72	48,2	18,2	30,1	62,3	54,7
140/72	93,4	39	54,3	58,2	53,9
55/73	114,2	14,2	85,3	74,7	75,8
57/73	60,1	28,9	45,9	76,4	59,5
74/73	145,6	23,1	122,5	84	138,7
99/73	104,5	40,7	63,7	60,9	114,6
170/73	53,8	21	32,8	60,9	37,9
174/73	84,1	18	66,1	78,5	52,8
213/73	140,4	32,4	108	76,9	160

Durchschnitt

85,4 24,2 61,7 70,1 66,7

HK = Herzkatheternummer
 EDVJ = enddiastolischer Volumenindex
 ESVJ = endsystolischer Volumenindex
 SVJ = Schlagvolumenindex
 EF = Auswurfraction
 SWJ = Schlagarbeitsindex

Tabelle 5

Normale Herzen nach der Sma

HK	EDVJ ml/m ²	ESVJ ml/m ²	SVJ ml/Schlag m ²	EF %	SWJ mkp/Schlag/ m
9/72	53,9	19,2	34,6	64,5	27,6
10/72	88,5	24,5	63,9	72,3	73,9
29/72	68,5	10,5	58	84,6	74,9
57/72	39,8	9,7	30,1	75,6	54,7
149/72	66,5	22,4	44,1	66,2	43,8
55/73	67,6	17,3	50,3	74,4	44,7
57/73	52,6	31,6	21	40	27,2
74/73	107,3	34,9	72,4	67,5	82
99/73	51,3	13	38,3	74,6	81,1
170/73	69,8	22,2	47,7	68,3	55,1
174/73	64,5	13,3	51,2	79,3	46,3
216/73	73,4	15,8	57,6	78,5	85,2
Durchschnitt					
	66,9	19,5	47,4	70,5	54,4

HK = Herzkatheternummer
 EDVJ = enddiastolischer Volumenindex
 ESVJ = endsystolischer Volumenindex
 SVJ = Schlagvolumenindex
 EF = Auswurfraction
 SWJ = Schlagarbeitsindex

Die Auswurffraktion lag nach der Flächen-Längen-Methode bei Mitralstenosen im Mittel bei 65,3 % mit Schwankungsbreiten zwischen 36,8 % und 93,3 %, nach der Segmentmethode a im Mittel bei 61,7 % mit einer Schwankungsbreite zwischen 31,4 % und 82,5 %. Nach der Flächen-Längen-Methode errechnete sich bei Normalherzen ein Durchschnittswert von 70,1 % nach der Segmentmethode a ein solcher von 70,5 %, die Werte schwankten hier zwischen 38,1 % und 84 %. Daraus ergibt sich eine Erniedrigung, die sich bei 17 % ausgeprägt, bei 17 % milde zeigte (siehe Tabelle 3 - 6 und Abb. 4).

Der Schlagarbeitsindex ergab bei Mitralstenosen nach der Flächen-Längen-Methode einen durchschnittlichen Wert von $36,8 \text{ mkp/min/m}^2$ schwankend zwischen $16,6 \text{ mkp/min/m}^2$ und $82,9 \text{ mkp/min/m}^2$. Nach der Segmentmethode a einen Durchschnittswert von $38,7 \text{ mkp/min/m}^2$ mit einer Schwankungsbreite zwischen $14,3 \text{ mkp/min/m}^2$ und 64 mkp/min/m^2 . Die Durchschnittswerte bei Normalherzen betrugen nach der Flächen-Längen-Methode $66,7 \text{ mkp/min/m}^2$; sie bewegte sich zwischen $21,7 \text{ mkp/min/m}^2$. Nach der Segmentmethode a errechnete sich ein durchschnittlicher Wert von $54,4 \text{ mkp/min/m}^2$ schwankend zwischen $27,2 \text{ mkp/min/m}^2$ und $84,6 \text{ mkp/min/m}^2$. 50 % der Mitralstenosen zeigten einen deutlich erniedrigten Wert (siehe Tabelle 3 - 6 und Abb. 4).

Axiale Meßergebnisse: (siehe Tabelle 7 und 8)

Längsachse:

Die durchschnittliche Verkürzung betrug bei Mitralstenosen 17,9 %, sie schwankte zwischen 8% und 38, 2 %. Normalherzen zeigten eine durchschnittliche Verkürzung von 26,7 %, mit einer minimalen Verkürzung von 8,4 % und einer maximalen Verkürzung von 43 %.

Vorderwand:

Bei Hemiachse eins (H_1) fand sich bei Mitralstenosen eine durchschnittliche Verkürzung von 51,2 %, schwankend zwischen 29,2 % und 64,6%, bei normalen Herzen eine durchschnittliche Verkürzung von 58,7 % mit Werten zwischen 51,8 % und 78,1 %. Die Verkürzung der Hemiachse eins ist also bei Mitralstenosen um 7,5 % geringer (siehe Abb.5).

Hemiachse zwei (H_2) zeigte bei Mitralstenosen eine Durchschnittsverkürzung von 39,1% (Schwankungsbreite zwischen 18,4 % und 61,2 %), Bei Normalherzen verkürzte sie sich durchschnittlich um 44,2 %, wobei die Werte zwischen 30 und 70,7 % schwankten. Bei Hemiachse zwei zeigten Mitralstenosen eine geringere Verkürzung von 5,1 % gegenüber Normalherzen (siehe Abb.5).

Bei Hemiachse drei (H_3) kam es bei Mitralstenosen zu einer durchschnittlichen Verkürzung von 44,2 %, schwankend zwischen 22 % und 61,2 %. Bei Normalherzen

Achsenverkürzung

normale Herzen

HK	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	L _{fs}	A _{fs}
	%	%	%	%	%	%	%	%
9/72	52	45,5	46,5	82,7	45,9	12	14,6	33
10/72	78,1	60,9	90,6	92,1	48,6	32,1	43	29,7
29/72	72,4	70,7	100	100	60,6	45,2	41,7	45,7
149/72	55,6	32	25	44,4	63,8	43	22,2	29,5
55/73	55,1	37,7	100	100	46,2	16,9	41,9	34,4
57/73	54,8	61,7	66,7	80	81,3	38,7	8,4	48,9
74/73	51,8	30	42,6	48,8	35,6	42,8	34,2	30,3
99/73	71,7	40	100	100	59,3	31,4	31	30,1
170/73	53,1	36,5	44,4	62,5	61,2	28,9	8,6	36,3
174/73	71,1	50	48,8	80	44,6	35,7	31,8	48,7
218/73	58,5	50	70	93,8	62,1	28,2	27,6	42,5
Durchschnitt	58,7	44,2	66,1	81,3	53,6	32,5	26,7	36,6

HK = Herzkatheternummer

H₁ = Hemiachse 1

H₂ = Hemiachse 2

H₃ = Hemiachse 3

H₄ = Hemiachse 4

H₅ = Hemiachse 5

H₆ = Hemiachse 6

L_{fs} = longitudinale Faserverkürzung

A_{fs} = axiale Faserverkürzung

Tabelle 7

Achsenverkürzung

Mitralstenosen

HK	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	L _{fs}	A _{fs}
	%	%	%	%	%	%	%	%
56/71	62,5	45,4	32,3	80	28,8	35,4	20,1	27,7
135/71	64,6	33,8	60,4	74,4	34	31,8	20,3	41,5
141/71	59,3	59,6	40,6	41,3	21,6	25	15,3	36,8
160/71	53,8	55,4	61,2	85,7	57,1	38,5	26	42,8
62/72	42,6	18,4	48,1	44,7	33,3	9,7	10,3	23,7
93/72	43,2	29,4	47,5	15,8	33,3	17,4	15,2	28,8
147/72	52,7	44,2	39,5	89,7	65,5	24,3	38,2	45,8
160/72	66,6	61,2	52,9	48	33,3	30,4	8	38,9
199/72	29,2	29,3	60,5	75	44,3	27,6	21,1	35,9
218/72	40	32,3	22	42,5	23,6	24,3	10,4	24,4
255/72	60,4	34,1	31,6	75	42,8	18,8	12,5	30,3
147/73	40	26	33,3	25,7	25	45,4	17,8	23,1
Durchschnitt	51,2	39,1	44,2	58,2	36,9	27,4	17,9	34,4

Tabelle 8

HK = Herzkatheternummer

H₁ = Hemiachse 1

H₂ = Hemiachse 2

H₃ = Hemiachse 3

H₄ = Hemiachse 4

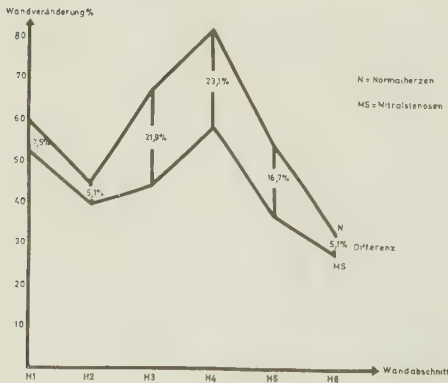
H₅ = Hemiachse 5

H₆ = Hemiachse 6

Lfs = longitudinale Faserverkürzung

A_{fs} = axiale Faserverkürzung

verkürzte sich Hemiachse drei um durchschnittlich 66,1 %, dabei variieren die Werte zwischen 25% und 100 %. Hemiachse drei zeigte bei Mitralstenosen eine geringere durchschnittliche Verkürzung von 21,9 % (siehe Abb 5).



Prozentuelle Verkürzung der Hemiachsen (H₁₋₆) in den einzelnen Wandabschnitten bei Mitralstenosen und Normalherzen; im Bereich der Hemiachsen 3,4, und 5 finden sich deutliche Unterschiede zwischen Normalherzen und Mitralstenosen.

Abb 5

Hinterwand:

Hemiachse vier (H₄) verkürzte sich bei Mitralstenosen durchschnittlich um 58,2% mit einer Schwankungsbreite von 15,8 % bis 89,7 %. Normalherzen wiesen eine Durchschnittsverkürzung von 81,3 % bei einer Schwankungsbreite von 44,4 % bis 100 % auf.

Es fand sich also hier eine geringere Verkürzung der Halbachse bei Mitralstenosen von 23,1 % (siehe Abb.5).

Bei Hemiachse fünf (H₅) zeigte sich eine durchschnittliche Verkürzung bei Mitralstenosen von 26,9 % wobei Werte

zwischen 21,6 % und 65 % gemessen wurden.

Bei Normalherzen betrug die durchschnittliche Verkürzung 53,6 %, die Werte schwankten hier zwischen 35,6 % und 81,3 %. Die geringere Verkürzung bei Mitralstenosen lag also hier bei 26,7 % (siehe Abb.5)

Bei Hemiachse sechs (H_6) kam es bei Mitralherzen zu einer Durchschnittsverkürzung von 27,4 % (Schwankungsbreite zwischen 9,7 % und 38,5 %).

Die Verkürzung bei Normalherzen schwankte zwischen 12 % und 45,2 % und betrug im Mittel 32,5 %. Bei Mitralstenosen zeigte sich bei Hemiachse sechs eine geringere Verkürzung von 5,1 % (siehe Abb.5).

Diskussion:

=====

Wir fanden bei Mitralstenosen eine durchschnittliche Auswurffraktion von 61%, die Normalherzen wiesen eine Auswurffraktion von 70,5 % auf. Der Unterschied ist mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 10 % erwiesen. Entsprechend der geringeren Auswurffraktion der Mitralstenosen waren auch Schlagvolumenindex, Herzindex und Schlagarbeitsindex gegenüber den Normalherzen niedriger. Dies kommt auch in den Diagrammen zum Ausdruck.

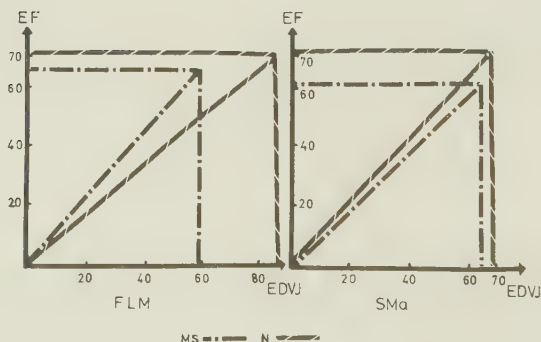
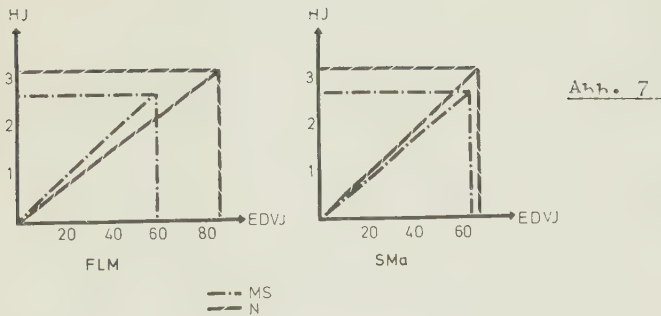
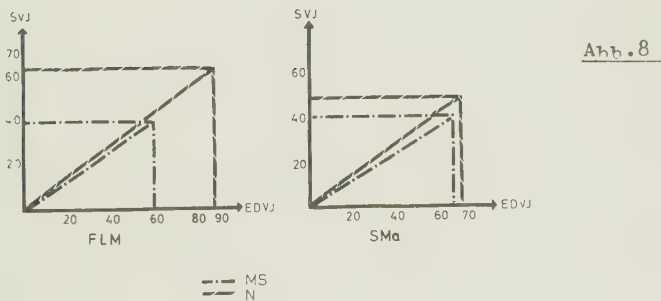


Abb. 6

Mitralstenosen (MS) zeigen gegenüber Normalherzen (N) sowohl nach der Flächen-Längen-Methode (FLM) wie nach der Segmentmethode a (SMa) bei geringerem enddiastolischem Volumenindex (EDVJ) auch eine geringere Auswurffraktion (EF)



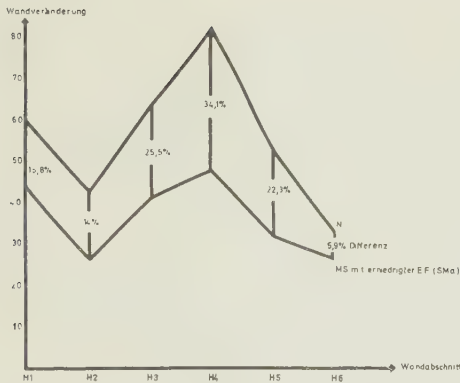
Bei geringerem enddiastolischem Volumen weisen Mitralstenosen (MS) auch einen geringeren Herzindex (HJ) gegenüber Normalherzen (N) sowohl nach der Flächen-Längen-Methode (FLM) wie nach der Segmentmethode a (SMa) auf.



Sowohl nach der Flächen-Längen-Methode (FLM) wie nach der Segmentmethode a (SMa) ergibt sich bei erniedrigtem enddiastolischem Volumenindex (EDV) auch ein gegenüber Normalherzen (N) erniedrigter Schlagvolumenindex (SVJ).

Wir führen dies vor allem darauf zurück, daß bei einer gewissen Anzahl von Mitralherzen - nach der Flächen-Längen-Methode waren es 33 %, nach der Segment-Methode 50 % - eine erniedrigte Auswurffraktion beobachtet wurde. Kennedy fand bei seinen Untersuchungen 37% der Mitralherzen mit erniedrigter Auswurffraktion. Dazu ist jedoch zu bemerken, daß wir eine Auswurffraktion von weniger als 60 % als erniedrigt ansehen, während bei Kennedy der Grenzwert 51 % betrug. Der enddiastolische Volumenindex war bei den Mitralstenosen mit erniedrigter Auswurffraktion nicht eingeschränkt, der endsystolische Volumenindex wurde jedoch mit fast 40 ml/m^2 doppelt so hoch gemessen als bei Mitralstenosen mit normaler Auswurffraktion. Der Pulmonalarteriendruck war bei allen Patienten mit erniedrigter Auswurffraktion erhöht. Die Mitralöffnungsfläche schwankte bei diesen zwischen $0,63 \text{ cm}^2$ und $1,17 \text{ cm}^2$.

Die Verkürzung der Hemiachsen in den einzelnen Abschnitten, die als Gradmesser der Kontraktion angesehen werden kann, war bei den Mitralstenosen geringer als bei den Normalherzen. Die Mitralstenosen mit erniedrigter Auswurffraktion zeigten eine noch geringere Kontraktion, vor allem im Bereich der Hemiachse 3,4 und 5. So betrug der Unterschied der prozentuellen Achsenverkürzung der Mitralherzen mit erniedrigter Auswurffraktion gegenüber Normalherzen bei Hemiachse 3 25,5%, bei H_4 34,1% und bei H_5 22,3 %. Bei Hemiachse 1 betrug der Unterschied 13,8 %, bei H_2 14 % und bei H_6 nur 5,9% (siehe Abb.9).



Prozentuelle Verkürzung der Hemiachsen (H_{1-6}) in den einzelnen Wandabschnitten bei den Mitralstenosen (MS) mit erniedrigter Auswurf-fraktion im Vergleich mit den Normalherzen. Hierbei zeigt sich in den Wandabschnitten bei H_3 , H_4 und H_5 eine signifikante Bewegungseinschränkung gegenüber Normalherzen.

Abb. 9.

Nach unseren Untersuchungen besteht also die größte Bewegungseinschränkung gegenüber Normalherzen in dem spitzennahen Bereich der anterolateralen Wand und der der Herzspitze zugewandten Hälfte der Hinterwand. Dies muß wohl als die Ursache für die erniedrigte Auswurf-fraktion angesehen werden. Den Grund für die Bewegungseinschränkung glauben wir darin zu sehen, daß die Papillarmuskeln durch die Verkürzung der Sehnenfäden an den Mitral-Klappenring herangezogen werden und dadurch in den Wandabschnitten, in denen sie inserieren, eine geringere Beweglichkeit verursachen. Diese Insertionsstellen entsprechen in etwa den von uns beobachteten Abschnitten mit der geringsten Beweglichkeit, nämlich bei H_3 , H_4 und H_5 .

Als Ursache für die Verkürzung der Sehnenfäden dürfen wohl die entzündlichen Veränderungen angesehen werden, die vom Mitral-Klappenring und dem subvalvulären Apparat auf die Sehnenfäden übergreifen.

Histologische Untersuchungen von Heller bestätigen unsere Vermutungen. Bei einem kurz nach der Angiocardiographie verstorbenen Patienten mit Mitralstenose waren die Papillarmuskeln von der Fibrosierung, die am ganzen Mitralring bestand, betroffen und durch Schrumpfung zum Mitralring hingezogen. Der Stenosegrad an der Mitralklappe dürfte keine entscheidende Rolle spielen, da auch bei Herzen mit Stenosegrad IV eine normale Auswurfraction gemessen wurde.

Curry, Elliott und Ramsey beobachteten bei ihren Untersuchungen entlang der gesamten linken Ventrikelwand der Mitralherzen eine geringere Beweglichkeit als bei Normalherzen. Den Abschnitt mit der geringsten Beweglichkeit beschreiben sie im Bereich der lateralen Ventrikelwand. Ihrer Auffassung nach liegt die geringere Beweglichkeit in der Dilatation des rechten Ventrikels begründet.

Nach Heller und Carleton besteht die geringste Beweglichkeit an der Hinterwand. Sie glauben in der Ver-narbung des Mitralklappenringes, der eine Inaktivität der angrenzenden intakten Ventrikelwand bewirkt, die Ursache für die geringere Beweglichkeit gefunden zu haben.

Die von uns gefundenen Werte stimmen sowohl bei den Mitralherzen wie bei den normalen Herzen mit der Mehrzahl der Ergebnisse der übrigen Untersuchungs-

gruppen überein. So kamen Lewis und Sandler auf eine Auswurffraktion von 61,5 %, Bunnell auf 61%. Den geringsten Wert beschreibt Miller mit 45 %, Heller, Carleton, Curry und Jones gaben Werte, die zwischen 51 und 55,7 % lagen, an. Bei Normalherzen kamen wir auf eine Auswurffraktion von 70,5%, Kennedy auf 67 %, Sanmarc kam auf 60 - 70 %, Miller und Swan auf 68 %, Arvidsson auf 74 %, Heller und Carleton auf 76,7 %, Graham auf 63 %, Hugenholtz auf 75 %, Curry auf 78,7%, Kaltenbach auf 84 %, Bjork und Lodin sogar auf 86 %. Den geringsten Wert gibt Dwyer mit 42,7 % an (s.Tab.10),

Die uniplane Ventrikeliangiographie liefert also exakte Werte, die den bei der biplanen Ventrikeliangiographie gefundenen Werten entsprechen. Kennedy gelangt zu der gleichen Ansicht unter der Voraussetzung, daß die Wand des linken Ventrikels klar zu erkennen ist.

Volumenmeßergebnisse
=====

Mitralstenosen

EDVJ₂ ESVJ₂ SVJ EF
ml/m² ml/m² ml/ %
 Schlag/m²

FLM 61,7 22,9 38,8 62,1
SMA 69,1 27,2 41,8 61,1

Vergleichswerte
=====

Lewis u. Sandler 57 61,5

Miller 97 55 45

Bunnel 92 36 61

Stanley, Heller u. Carleton 55,7

Jones 55

Heller u. Carleton 85 38 56

Curry u. Mitarb. 55,8 26,9 51

normale Herzen

EDVJ₂ ESVJ₂ S VJ EF
ml/ m² ml/m² ml/ %
 Schlag/m²

FLM 85,4 24,2 61,7 70,1
SMA 66,9 19,5 47,4 70,5

Dwyer 87 22 42,7

Arvidsson 80 22 74

Sanmarc 85 28 60-70

Miller u. Swan 86

Bjork u. Lodin 63

Bunnel 76,7

Kennedy 67

Graham 63

Hugenholtz 75

Heller u. Carleton 77

Curry 78,3

Kaltenbach 84

Zusammenfassung:

=====

Bei zwölf Patienten mit Mitralstenose ohne Insuffizienz und bei zwölf Patienten mit normalen Herzen, die aus differentialdiagnostischen Gründen einer speziellen cardiologischen Diagnostik unterzogen wurden, untersuchten wir die Funktion des linken Ventrikels. Dabei wurde endsystolischer Volumenindex, Auswurffrac-tion, Schlagvolumenindex und Schlagarbeitsindex nach zwei verschiedenen Methoden bestimmt. Gleichzeitig wurde der lokale Kontraktionsablauf nach der Methode von Edward und Dwyer gemessen. Dabei wurde die Ventrikel-achse in vier gleiche Teile geteilt. Auf den drei Teilungs-punkten wurden zur Vorder- und zur Hinterwand senk-rechte Hemiachsen errichtet und deren systolische Ver-kürzung gemessen.

Bei Mitralstenosen fanden wir einen endsystolischen Volumenindex von $25,6 \text{ ml/m}^2$, bei Normalherzen $19,5 \text{ ml/m}^2$. Der Unterschied ist dabei nicht signifikant. Der Vergleich des endsystolischen Volumenindex der Normal-herzen zu dem der Mitralstenosen mit erniedrigter Auswurffrac-tion (40 ml/m^2), weist einen Unterschied mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 1 % auf.

Der enddiastolische Volumenindex lag bei Mitralstenosen bei $65,2 \text{ ml/m}^2$, bei Normalherzen bei $66,9 \text{ ml/m}^2$, hier besteht kein signifikanter Unterschied.

Der Schlagvolumenindex betrug bei Mitralherzen $39,6 \text{ ml/}$

Schlg/m², bei Normalherzen 47,4 ml/Schlg/m². Eine Signifikanz im Unterschied zeigt sich hierbei nicht. Bei Mitralstenosen fanden wir eine Auswurffraktion von 61,7%, die Normalherzen wiesen eine Auswurffraktion von 70,5 % auf. Der Unterschied ist hier mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 10 % erwiesen. Während bei 50% nach der Segmentmethode bzw. 67 % nach der Flächen- Längen-Methode eine normale Auswurffraktion vorlag, war bei 50 % bzw. 33 % die Auswurffraktion erniedrigt. Bei diesen ist der Unterschied gegenüber Normalherzen mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 1 % erwiesen.

Bei Mitralstenosen fanden wir eine deutliche Verminderung des Kontraktionsausmaßes im Bereich der Herzspitze und zwar besonders bei Hemiachse 3, 4 und 5. Hemiachse 3 entspricht dem spitzennahen Bereich der anterolateralen Wand, Hemiachse 4 und 5 der der Spitze zugewandten Hälfte der Hinterwand. Die Durchschnittswerte für die Achsenverkürzung waren bei der Gesamtzahl der Mitralstenosen geringer als bei Normalherzen, So war die durchschnittliche Verkürzung bei Hemiachse 3 um 21,9 % geringer, bei Hemiachse 4 um 23,1 % und bei Hemiachse 5 um 16,7 % geringer als bei Normalherzen. Bei Mitralstenosen mit erniedrigter Auswurffraktion war der Unterschied der Verkürzung noch deutlicher und zwar bei Hemiachse 3 mit 25,5 %, bei Hemiachse 4

mit 34,1 % und bei Hemiachse 5 mit 22,3 % . Der Unterschied ist hier bei Hemiachse 3 mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 5 %, bei H_4 von 1% und bei H_5 ebenfalls von 1% erwiesen.

Während wir bei unseren Untersuchungen die geringste Beweglichkeit an der anterolateralen und an der Hinterwand nahe der Herzspitze fanden, beschreiben Curry und Mitarbeiter den Abschnitt mit der geringsten Beweglichkeit anterolateral. Nach Heller und Carleton besteht die geringste Beweglichkeit an der posterobasalen Wand.

Die Hauptursache für die geringere Beweglichkeit glauben wir darin zu sehen, daß die Papillarmuskeln durch die Verkürzung der Sehnenfäden an den Mitralklappenring herangezogen werden und dadurch in den Wandabschnitten, in denen sie inserieren, eine geringere Beweglichkeit verursachen. Diese Gebiete entsprechen in etwa den von uns beobachteten Abschnitten mit der größten Bewegungseinschränkung, nämlich bei Hemiachse 3, 4 und 5.

Während bei der Hälfte der Patienten mit Mitralstenose die anhand der Auswurffraktion gemessene Ventrikelfunktion normal war, zeigte sich bei den übrigen Patienten eine deutliche lokale Kontraktionseinschränkung, die zu einer erniedrigten Auswurffraktion führt.

Literaturangabe

1. Curry, Elliott, Ramsey Quantitative Left Ventricular Angio-
cardiographie, Findings in Mitral
Mitralstenosis.
The American Journal of Cardiology,
S. 621, May (1972)
2. Heller, Carleton Abnormal Left Ventricular Contraction in
Patients with Mitral Stenosis
Circulation, Volume, S. 1099 (December 1970)
3. Graham, Jarmakani Right Ventricular Volume Determinations
u.a. in Children
Circulation, S. 144 (January 1973)
4. Kennedy, Trenholme, Left ventricular Volume and mass from
Kasser single plane cineangiogram. A comparison
of anteroposterior and right anterior
oblique methode
American Heart Journal, S. 343 (September
1970)
5. Kaltenbach, Lichtlen Coronary Heart disease
Friesing Symposium Frankfurt, S. 181, Georg Thieme
Verlag Stuttgart
6. Kaltenbach, Martin, Assessment of left ventricular volume
Bartelt, Kutschera from cineangiocardiograms in coronary
heart disease
Supported by Deutsche Forschungsgemein-
schaft
7. Kitamura, Kay, Geometric and Funktional Anomalities
Krohn u.a. of the Left Ventricle- with a chronic
localised Noncontractile Area
The American Journal of Cardiology,
S. 701 (June 1973)
8. Lewis , Sandler Relationship between Changes in Left
Ventricular Dimensions and the Ejection
Fraction in Man
Circulation, S. 548 (October 1971)

- 9 Herman, Gorlin Left Ventricular Pressure Volume Alteration
and Regional Disorders of Contraction
During Myocardial Ischemia Induced by
Atrial Pacing
The American Journal of Cardiology
S. 538 (April 1969)
10. Lewis, Gotsman Left ventricular function in systole and
diastole in constrictive pericarditis
American Heart Journal, S. 23 (July 1973)
11. Baron The Angiocardiographie Diagnosis of
Valvular Stenosis
Circulation, S. 143 (July 1971)
12. Devila, Sanmarco An Analysis of the Fit of Mathematical
Models Applicable to the Measurement
of Left Ventricular Volumen
The American Journal of Cardiology
S. 31 (July 1966)
13. Dodge, Sandler,
Baxley, Hawley Usefulness and Limitations of Radiographie
Methode for Determining Left Ventricular
Volume
The American Journal of Cardiology, S. 10
(July 1966)
14. Greene, Carlisle,
Grant, Bunnell Estimation oft Left Ventricular Volume
by One-plane Cineangiographie
Circulation, S. 61 (January 1967)
15. Ahlberg, Frennemo
Lindfors, Seemann Cineangiographie Estimation of The Left
Ventricular Volume During Acute Myocardial
Ischaemia in Dogs
Acta Radiologica, S. 43(May 1973)
16. Kissler Über eine röntgenologische Volumenmessung
der linken Herzkammer
Zeitschrift für Kardiologie, S 324, (Mai 1972)

L e b e n s l a u f

Geboren wurde ich, Erwin Wiedemann, am 15.März 1937 in St.Mang, als Sohn der Eheleute Hermann und Kunigunde Wiedemann.

Die Volksschule besuchte ich von 1943 bis 1947.

1947 trat ich in das humanistische Gymnasium Kempten ein.

Dort legte ich 1957 das Abitur ab. Von 1957 bis 1959 studierte ich vier Semester Elektrotechnik an der Technischen

Hochschule Graz, anschließend begann ich an der Universität Graz das Medizinstudium, 1961 verstarb mein Vater. 1965

kam ich an die Universität München, wo ich 1967 das medizinische Staatsexamen ablegte. Im April 1967 heiratete ich Fräulein Erika Stein aus St.Lorenzen im Mürztal,Steiermark.

Dieser Ehe entstammen zwei Kinder.

Nach zweijähriger Medizin lassistentenzeit erhielt ich am 15.November die Approbation. Danach arbeitete ich noch ein Jahr als Assistent auf einer chirurgischen Abteilung. Seit 1.Januar 1971 bin ich auf der inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Kempten tätig.

